

DERWENT-ACC-NO: 1982-F7056E
DERWENT-WEEK: 198220
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Photolacquer structure with photoresist layer - is on deep UV or electron positive resist

INVENTOR: BIRKLE, S; RUBNER, R ; SIGUSCH, R ; WIDMANN, D

PATENT-ASSIGNEE: SIEMENS AG[SIEI]

PRIORITY-DATA: 1980DE-3036710 (September 29, 1980)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 3036710 A	May 13, 1982	N/A	010	N/A
DE 3036710 C	June 25, 1987	N/A	000	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 3036710A	N/A	1980DE-3036710	September 29, 1980

INT-CL_(IPC): G03F007/00; H01L021/31 ; H05K003/06

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3036710A

BASIC-ABSTRACT: The photolacquer structure is produced by irradiating photoresist on a substrate using actinic radiation. A layer that may be degraded by energetic radiation or by a dry etching process is formed on the substrate and the photoresist layer is formed on top of it.

The degradable layer contains compounds that absorb UV and/or visible light. The degradable layer may be an electron positive resist or a deep UV resist and is thicker than the photoresist layer. The advantage lies in avoiding interference whilst at the same time maintaining good resolution factors.

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3036710C

EQUIVALENT-ABSTRACTS: The photolacquer structure is produced by irradiating photoresist on a substrate using actinic radiation. A layer that may be degraded by energetic radiation or by a dry etching process is formed on the substrate and the photoresist layer is formed on top of it.

The degradable layer contains compounds that absorb UV and/or visible light. The degradable layer may be an electron positive resist or a deep UV resist and

is thicker than the photoresist layer. The advantage lies in avoiding interference whilst at the same time maintaining good resolution factors.
(10pp)

TITLE-TERMS:

PHOTOLACQUER STRUCTURE PHOTORESIST LAYER DEEP ULTRAVIOLET
ELECTRON POSITIVE
RESIST

DERWENT-CLASS: P84 V04

EPI-CODES: V04-R01;

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑪ DE 3036710 A1

⑤① Int. Cl. 3:
H05 K3/06

②① Aktenzeichen: P 30 36 710.3
②② Anmeldetag: 29. 9. 80
④③ Offenlegungstag: 13. 5. 82

Behördeneigenthum

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:
Rubner, Roland, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8551 Röttenbach,
DE; Sigusch, Reiner, Ing.(grad.), 8000 München, DE;
Widmann, Dietrich, Dr.-Ing., 8025 Unterhaching, DE; Birkle,
Siegfried, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 6552 Höchstädt, DE

⑤④ Verfahren zur Erzeugung von Photolackstrukturen

DE 3036710 A1

DE 3036710 A1

VPA 80 P 75 73 DE

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Photolackstrukturen durch Bestrahlen eines auf einem Substrat befindlichen Photoresists mit aktinischem Licht, dadurch gekennzeichnet, daß auf das Substrat eine durch energiereiche Strahlung oder durch Trockenätzprozesse abbaubare Schicht und darauf eine Schicht des Photoresists aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die abbaubare Schicht UV- und/oder sichtbares Licht absorbierende Verbindungen enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als abbaubare Schicht ein Deep-UV- oder Elektronenpositivresist verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abbaubare Schicht eine größere Dicke aufweist als die Photoresistschicht.

ORIGINAL INSPECTED

29.09.80

3036710

. 2.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 80 P 7 5 7 3 DE

5 Verfahren zur Erzeugung von Photolackstrukturen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Photolackstrukturen durch Bestrahlen eines auf einem Substrat befindlichen Photoresists mit aktinischem
10 Licht.

Die Photolacktechnik ist eines der genauesten Verfahren zur Strukturierung der Oberflächen von Metallen, Halbleitern und Isolatoren. Die dabei verwendeten lichtempfindlichen Lacke, die Photoresists, sind filmbildende Materialien, deren Löslichkeit sich nach der
15 Belichtung mit aktinischem Licht stark ändert.

Bei den sogenannten Positivresists ist der Lackfilm nach der Belichtung löslich. Bei der Verwendung derartiger Resists werden deshalb die Photolack- bzw. Reliefstrukturen in der Weise erzeugt, daß diejenigen Bereiche des Lackfilmes belichtet werden, die entfernt werden sollen. Beim Entwickeln der bereichsweise be-
20 lichteten Lackschicht werden dann die belichteten Bereiche abgelöst. Bei negativ arbeitenden Photoresist-systemen, den sogenannten Negativresists, ist der Lackfilm nach der Belichtung unlöslich, d.h. beim nachfolgenden Entwickeln werden (nur) die unbelichteten
25 Filmteile herausgelöst.
30

Um bei der Reliefstrukturierung enge Toleranzen der lateralen Abmessungen der Lackstrukturen einzuhalten, ist es erforderlich, daß die Lichtintensität in den
35 belichteten Bereichen möglichst gleich ist, d.h. eine

Bh 2 Hag / 26. 9. 1980

-Z- VPA 80 P 7 5 7 3 DE

Schwankung der Intensität innerhalb der belichteten Bereiche oder von einem belichteten Bereich zum anderen ist unerwünscht. Bei der Verwendung von Positivresists beispielsweise führt nämlich eine größere Intensität nach dem Entwickeln zu kleineren Abmessungen der Photolackstrukturen.

Die in die Photolackschicht beim Belichten "eingekoppelte" Lichtintensität kann nun aber örtlich schwanken, auch wenn die auf die zu belichtenden Bereiche auftreffende Lichtintensität über alle diese Bereiche hinweg gleich ist. Ursache für diese unterschiedliche Einkoppelung sind Interferenzeffekte, die bei Belichtung mit monochromatischem Licht besonders stark ausgeprägt sind. Es hat sich gezeigt, daß bereits geringe Schwankungen in der Lackdicke (ca. 50 nm) zu Intensitätsschwankungen bis zu einem Faktor 2 führen können. Die Interferenzeffekte sind im übrigen nicht nur deshalb störend, weil sie zu Schwankungen der Lacklinienbreiten führen, sondern auch deshalb, weil beim Justieren im sichtbaren Wellenlängenbereich störende Newtonsche Interferenzstreifen auftreten, die die Erkennung von Strukturkanten beeinträchtigen (siehe: "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte", Bd. 3 (1974), Seiten 390 bis 393).

Bei einer auf einem Substrat angeordneten Lackschicht wird je nach Phasenlage zwischen den einfallenden und den reflektierten Lichtwellen unterschiedlich viel Intensität in die Lackschicht eingekoppelt. Die maximale Einkoppelung erfolgt bei Phasengleichheit. Dieser Fall liegt dann vor, wenn die Lackdicke d_L der Bedingung genügt:

$$d_L = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_L}{2},$$

. 4 .

~~-3-~~

VPA 80 P 7 5 7 3 DE

wobei $m = 1, 2, 3, 4 \dots$ ist und

λ_L die Belichtungswellenlänge im Photolack; dabei gilt:

$\lambda_L = \lambda_v / n_L$, wobei λ_v die Lichtwellenlänge im Vakuum und

5 n_L der Brechungsindex des Photolackes ist.

Der Effekt unterschiedlicher Intensitätskoppelung in den Photolack kann durch Belichtung mit breitbandigem Licht bzw. durch Belichtung mit mehreren Wellenlängen
10 vermindert werden. Außerdem ist es bekannt, daß der Effekt um so weniger ausgeprägt ist, je weniger reflektierend das Substrat ist, je dicker die Lackschicht ist und je stärker die Lackschicht das Licht absorbiert.

15 Die genannten Maßnahmen sind jedoch mit verschiedenen Nachteilen behaftet. So hängt das Auflösungsvermögen von der Dicke der Lackschicht ab, d.h. je dicker die Lackschicht ist, desto geringer ist das Auflösungs-
20 vermögen. Andererseits wirkt sich die Belichtung umso unterschiedlicher auf die oberen und unteren Bereiche der Lackschicht aus, je stärker das Absorptionsvermögen ist; angestrebt wird aber eine gleichmäßige Veränderung der Eigenschaften der bestrahlten Schicht-
25 partie. Die Verwendung von breitbandigem Licht bzw. von Licht mit mehreren Wellenlängen schließlich erfordert einen erhöhten technischen Aufwand.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben,
30 das die Erzeugung von maßgetreuen Photolackstrukturen erlaubt. Insbesondere sollen unerwünschte Interferenzeffekte vermieden werden, ohne daß dabei andere Nachteile, wie verringertes Auflösungsvermögen, in Kauf genommen werden müssen.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß auf das Substrat eine durch energiereiche Strahlung oder durch Trockenätzprozesse abbaubare Schicht und darauf eine Schicht des Photoresists aufgebracht wird.

5

Mit dem Begriff "energiereiche Strahlung" werden im Rahmen der vorliegenden Patentanmeldung folgende Strahlenarten bezeichnet: kurzwellige UV-

(Deep-UV-) und Ionenstrahlung. Unter "Trockenätz-

10 prozeß" werden Verfahren wie Plasmaätzen, reaktives Ionenätzen und Sputtern verstanden. Der Begriff "abbaubar" schließlich bedeutet, daß eine Kettenverkürzung der Polymermoleküle infolge von Bindungsbrüchen erfolgt.

15

Beim erfindungsgemäßen Verfahren stellt die obere der beiden auf das Substrat aufgebrachten Schichten die eigentliche Photoresistschicht dar. Diese Schicht wird mit Hilfe bekannter Maskenbelichtungstechniken be-

20 reichsweise belichtet, und zwar mit UV- und/oder sichtbarem Licht, und anschließend wird entwickelt, wobei die löslichen Anteile der Schicht herausgelöst werden. Die von der auf diese Weise gebildeten Lackmaske, d.h. der Photoresistschicht, nicht mehr be-

25 deckten Teilbereiche der unteren Schicht werden nachfolgend durch energiereiche Strahlung oder durch Trockenätzprozesse abgebaut. Gegebenenfalls kann sich daran ein Lösungsmittelentwicklerprozeß anschließen.

30 Beim erfindungsgemäßen Verfahren weist die Photoresistschicht - aufgrund des Vorhandenseins zweier Schichten - auch bei Niveau-, d.h. Höhenunterschiede aufweisenden Substraten eine gleichmäßige Dicke auf. Bei diesem Verfahren bewirkt die untere Schicht darüber hinaus eine

35 wesentlich homogenere Verteilung des vom Substrat

rückgestreuten Lichtes als dies sonst der Fall ist.

- Vorteilhaft kann beim erfindungsgemäßen Verfahren
- 5 die untere, d.h. die abbaubare Schicht Verbindungen enthalten, die UV- und/oder sichtbares Licht absorbieren; die Absorption soll dabei insbesondere im Wellenlängenbereich etwa zwischen 300 und 600 nm erfolgen, vorzugsweise etwa zwischen 350 und 450 nm. Bei
- 10 einer derartigen Maßnahme verhindert die untere Schicht eine Rückstreuung der bei der Bestrahlung der oberen (Photoresist-)Schicht auf die untere Schicht auftreffenden Strahlung.
- 15 Als UV- und/oder sichtbares Licht absorbierende Zusätze zur unteren Schicht eignen sich beispielsweise folgende Verbindungen bzw. Verbindungsklassen: Benzophenonderivate, Azobenzole, Chinone, Fluorenone, Fulvene, Dienone, Zimtsäurederivate, Salicylate, Polyene,
- 20 wie Cyanine, Polymethine, Polyenaldehyde, Polyensäuren, Polyenketone und Carotine, polyanellierte Aromaten, nicht alternierende Kohlenwasserstoffe, Heteroaromaten, wie Benzotriazole, Methylorange, Anthrachinonfarbstoffe, wie Alizarine, sowie Azo-, Azin-, Acridin-, Oxazin-,
- 25 Thiazin und Triarylmethanfarbstoffe. Bevorzugt werden dabei solche Zusätze verwendet, die gegen Bestrahlung mit UV- und/oder sichtbarem Licht stabil sind, wie Salicylate, polyanellierte Aromaten, Heteroaromaten, Anthrachinone und Alizarine.
- 30
- In der oberen Schicht können beim erfindungsgemäßen Verfahren sowohl positive als auch negative Photoresists verwendet werden. Besonders eignen sich dabei die auf der Basis von Novolaken und Diazochinonen aufgebauten
- 35 Positivresists sowie auf Polyvinylcinnamatbasis oder

. 7.

~~6~~

VPA 80 P 75 73 DE

auf der Basis von cyclisierten Polyisoprenen und Diazidverbindungen beruhende Negativresists.

In der abbaubaren Schicht finden vorzugsweise Deep-UV- oder Elektronenpositivresists Verwendung. Derartige Resists weisen den Vorteil auf, daß sie durch Trockenätzprozesse besonders leicht abbaubar sind bzw. sich leicht verflüchtigen. Geeignete Elektronenpositivresists sind beispielsweise: Polyolefinsulfone, wie Polybuten-1-sulfon und cyclische Polyolefinsulfone, Polystyrolsulfone, Polyalkylmethacrylate, insbesondere Polymethylmethacrylat (PMMA) und Copolymere von Methylmethacrylat mit α -Chlor- oder α -Cyan-Acrylaten bzw. mit Methacrylnitril, vorvernetzte PMMA-Typen aus Methylmethacrylatcopolymeren mit Methacrylsäure und Methacrylsäurechlorid bzw. Methacrylsäure, vorvernetztes Polymethacrylamid, Polymethacrylat mit fluorierter Esterkomponente, Polybenzylmethacrylester, Polymethylisopropenylketon, Polyisobutylen und dessen Copolymere sowie α -Cyanoäthylacrylat- α -Amidoäthylacrylat-Copolymere.

Ferner ist es beim erfindungsgemäßen Verfahren von Vorteil, wenn die abbaubare Schicht eine größere Dicke aufweist als die (eigentliche) Photoresistschicht. Der der Resistschicht geltende Einebnungseffekt der abbaubaren Schicht ist nämlich umso wirkungsvoller, je dicker die abbaubare Schicht ist.

Anhand von Ausführungsbeispielen soll die Erfindung noch näher erläutert werden.

Beispiel 1

- Auf einem 3"-Wafer, der unterschiedliche Strukturhöhen aufweist, wird zur Planarisierung aus einer 5%igen
- 5 PMMA-Lösung, welche β -Carotin gelöst enthält, mittels "spin-coating" ein 1,5 μm dicker Film erzeugt. Auf dieser 45 min lang bei ca. 100°C getrockneten ersten Schicht wird mit der gleichen Schleudertechnik, ausgehend von einer käuflichen Positiv-Photoresistlösung
- 10 auf der Basis von Novolaken und Diazochinonen (AZ 1350 J) eine 0,5 μm dicke Photolackschicht erzeugt und bei ca. 90°C getrocknet. Danach wird die Photoresistschicht nach bekannten Photolithographieverfahren strukturiert, d.h. unter Verwendung einer Photomaske
- 15 im Bereich von 350 bis 450 nm bestrahlt und nachfolgend wäßrig-alkalisch entwickelt. Die freigelegten Bereiche der unteren Lackschicht werden dann unter Verwendung eines Plasma-Plattenreaktors mit einem Sauerstoffpartialdruck von 0,7 mbar mit einer Energie von
- 20 1000 W maßgetreu, d.h. ohne Unterschneidung der Lackmaskenstrukturen, entfernt.

Beispiel 2

- 25 Nach der in Beispiel 1 beschriebenen Weise wird ein unterschiedliche Strukturhöhen aufweisender Wafer mit einer Doppellackschicht versehen. Dann wird die Photoresistschicht in der beschriebenen Weise strukturiert, wobei eine dem Substrat angepaßte Deep-UV-Lackmaske
- 30 erhalten wird. Durch diese Lackmaske wird die darunter befindliche PMMA-Schicht, die im Bereich um 220 nm empfindlich ist, mit einer Quecksilberniederdrucklampe bestrahlt. Die bestrahlten Bereiche werden anschließend mit einem Methylisobutylketon/Äthanol-Entwicklergemisch
- 35 herausgelöst.

4 Patentansprüche

29.09.80

3036710

-9-

VPA 80 P 7 5 7 3 DE

ZusammenfassungVerfahren zur Erzeugung von Photolackstrukturen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Photolackstrukturen durch Bestrahlen eines auf einem Substrat befindlichen Photoresists mit aktinischem Licht und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren dieser Art in der Weise auszugestalten, daß maßgetreue
- 10 Photolackstrukturen hergestellt werden können und dabei insbesondere Interferenzeffekte vermieden werden. Die Erfindung sieht dazu vor, daß auf das Substrat zuerst eine durch energiereiche Strahlung oder durch Trockenätzprozesse abbaubare Schicht und darauf dann
- 15 eine Schicht des Photoresists aufgebracht wird.